

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5795599号
(P5795599)

(45) 発行日 平成27年10月14日(2015.10.14)

(24) 登録日 平成27年8月21日(2015.8.21)

(51) Int.Cl.

F I

A 6 1 B 5/00 (2006.01)
 A 6 1 B 19/00 (2006.01)
 A 6 1 B 6/00 (2006.01)
 A 6 1 B 6/03 (2006.01)
 A 6 1 B 5/055 (2006.01)

A 6 1 B 5/00 G
 A 6 1 B 19/00 5 0 2
 A 6 1 B 6/00 3 3 0 A
 A 6 1 B 6/00 3 7 0
 A 6 1 B 6/03 3 7 7

請求項の数 15 (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2012-548489 (P2012-548489)
 (86) (22) 出願日 平成22年12月6日(2010.12.6)
 (65) 公表番号 特表2013-517031 (P2013-517031A)
 (43) 公表日 平成25年5月16日(2013.5.16)
 (86) 国際出願番号 PCT/IB2010/055606
 (87) 国際公開番号 W02011/086431
 (87) 国際公開日 平成23年7月21日(2011.7.21)
 審査請求日 平成25年11月27日(2013.11.27)
 (31) 優先権主張番号 61/294,502
 (32) 優先日 平成22年1月13日(2010.1.13)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 590000248
 コーニンクレッカ フィリップス エヌ
 ヴェ
 オランダ国 5 6 5 6 アーエー アイン
 ドーフェン ハイテック キャンパス 5
 (74) 代理人 100087789
 弁理士 津軽 進
 (74) 代理人 100122769
 弁理士 笛田 秀仙
 (72) 発明者 ポボヴィック アレクサンドラ
 アメリカ合衆国 ニューヨーク州 1 0 5
 1 0 - 8 0 0 1 ブリアクリフ マノアー
 3 4 5 スカボロー ロード ピーオー
 ボックス 3 0 0 1

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内視鏡手術のための画像統合ベースレジストレーション及びナビゲーション

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

術前走査画像、術中蛍光透視画像、及び術中内視鏡画像を含む身体の解剖領域の複数の画像を統合するための手術ナビゲーションシステムであって、

蛍光透視画像行列と内視鏡画像行列の統合を含む統合画像行列を生成する画像統合器であって、

前記蛍光透視画像行列が前記術中蛍光透視画像と前記術前走査画像の間の変換を含み、

前記内視鏡画像行列が前記術前走査画像と前記術中内視鏡画像の間の変換を含む、
 画像統合器と、

蛍光透視追跡行列と走査追跡行列を生成する道具追跡器であって、

前記蛍光透視追跡行列が前記統合画像行列と内視鏡追跡行列の統合を含み、

前記走査追跡行列が前記内視鏡画像行列と前記内視鏡追跡行列の統合を含み、

前記内視鏡追跡行列が前記術中内視鏡画像内の手術道具の追跡をあらわす、

道具追跡器と

を有する、手術ナビゲーションシステム。

【請求項 2】

前記画像統合器がさらに、前記術前走査画像と前記術中内視鏡画像の間の変換のための基準として前記術中内視鏡画像内の対象の表面の写真測量再構成を実行する、請求項 1 に記載の手術ナビゲーションシステム。

【請求項 3】

前記蛍光透視画像行列と前記内視鏡画像行列の統合が前記蛍光透視画像行列と前記内視鏡画像行列を含む行列乗算の実行を含む、請求項 1 に記載の手術ナビゲーションシステム。

【請求項 4】

前記統合画像行列と内視鏡追跡行列の統合が前記統合画像行列と前記内視鏡追跡行列を含む行列乗算の実行を含む、請求項 1 に記載の手術ナビゲーションシステム。

【請求項 5】

前記内視鏡画像行列と前記内視鏡追跡行列の統合が前記内視鏡画像行列と前記内視鏡追跡行列を含む行列乗算の実行を含む、請求項 1 に記載の手術ナビゲーションシステム。

10

【請求項 6】

前記蛍光透視追跡行列に応じて手術道具のオーバーレイを持つ前記術中蛍光透視画像を表示するための表示装置をさらに有する、請求項 1 の手術ナビゲーションシステム。

【請求項 7】

前記走査追跡行列に応じて手術道具のオーバーレイを持つ前記術前走査画像を表示するための表示装置をさらに有する、請求項 1 に記載の手術ナビゲーションシステム。

【請求項 8】

前記道具追跡器がさらに前記術中内視鏡画像内の前記手術道具の写真測量追跡を実行する、請求項 1 に記載の手術ナビゲーションシステム。

【請求項 9】

20

前記術前走査画像がコンピュータ断層撮影画像、磁気共鳴画像、超音波画像、及び X 線画像からなる群から選択される、請求項 1 に記載の手術ナビゲーションシステム。

【請求項 10】

術前走査画像、術中蛍光透視画像、及び術中内視鏡画像を含む身体の解剖領域の複数の画像を統合するための手術ナビゲーションシステムであって、

蛍光透視画像行列と内視鏡画像行列の統合を含む統合画像行列を生成する画像統合器であって、

前記蛍光透視画像行列が前記術中蛍光透視画像と前記術前走査画像の間の変換を含み、

前記内視鏡画像行列が前記術前走査画像と前記術中内視鏡画像の間の変換を含む、
画像統合器と、

30

蛍光透視追跡行列を生成する道具追跡器であって、

前記蛍光透視追跡行列が前記統合画像行列と内視鏡追跡行列の統合を含み、

前記内視鏡追跡行列が前記術中内視鏡画像内の手術道具の追跡をあらわす、
道具追跡器と

を有する、手術ナビゲーションシステム。

【請求項 11】

前記画像統合器がさらに、前記術前走査画像と前記術中内視鏡画像の間の変換のための基準として前記術中内視鏡画像内の対象の表面を再構成する、請求項 10 に記載の手術ナビゲーションシステム。

40

【請求項 12】

前記蛍光透視画像行列と前記内視鏡画像行列の統合が前記蛍光透視画像行列と前記内視鏡画像行列を含む行列乗算の実行を含む、請求項 10 に記載の手術ナビゲーションシステム。

【請求項 13】

前記統合画像行列と内視鏡追跡行列の統合が前記統合画像行列と前記内視鏡追跡行列を含む行列乗算の実行を含む、請求項 10 に記載の手術ナビゲーションシステム。

【請求項 14】

前記蛍光透視追跡行列に応じて手術道具のオーバーレイを持つ前記術中蛍光透視画像を表示するための表示装置をさらに有する、請求項 10 に記載の手術ナビゲーションシステム。

50

ム。

【請求項 15】

前記道具追跡器がさらに前記術中内視鏡画像内の前記手術道具の写真測量追跡を実行する、請求項 10 に記載の手術ナビゲーションシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は概して、術前計画及び術中画像に対する身体の解剖領域内の手術道具のリアルタイム追跡に関する。本発明は特に手術道具のリアルタイム追跡及び位置特定のための術前走査画像、術中蛍光透視画像及び術中内視鏡画像の統合に関する。

10

【背景技術】

【0002】

最小侵襲内視鏡手術は、硬い若しくは柔軟な内視鏡が自然開口若しくは皮膚の小切開（すなわちポート）を通して患者の体内に導入される外科手術である。手術部位に関する手術道具の外科医への視覚的フィードバックを提供するために内視鏡を使用して、同様のポートを通して患者の体内へ追加の手術道具が導入される。

【0003】

例えば、図 1 は膝 10 の前十字靱帯（"ACL"）の関節鏡視下手術の略図を図示し、ACL 11、軟骨 12、及び膝蓋骨 13 を持つ様子が示される。関節鏡視下手術は術前フェーズと術中フェーズを含む。

20

【0004】

術前フェーズは膝 10 の診断的評価及び膝 10 の ACL 関節鏡視下手術の計画のための膝 10 の三次元（"3D"）走査イメージング（例えば CT 画像、MRI 画像、超音波画像、X 線画像など）を含む。

【0005】

術中フェーズは膝 10 の前部におけるポートを通した関節鏡 20（すなわち関節用内視鏡）の導入を含み、これによって関節鏡 20 は膝 10 の様々な領域、特に ACL 11 及び軟骨 12 の損傷部位のリアルタイム画像を取得するために動かされ、及び／又は回転され得る。さらに、かん流器具 22 が膝 10 の後部におけるポートを通して導入され、トリミング器具 21 のような様々な手術器具が関節鏡 20 の視野角に垂直な角度で膝 10 の前部におけるポートを通して導入され、損傷した軟骨 12 に対する手術部位の視覚化を容易にする。

30

【0006】

本発明の前に、手術道具 20 22 の位置及び方向を追跡するための 2 つの主要な方法があった。

【0007】

第 1 の方法は、ナビゲーションを伴わないフリーハンド技術であり、これによって外科医は 3 つの（3）異なるモダリティを通して手術野を見る。例えば、図 2 に示す通り、CT スキャナ 30 が診断及び手術計画目的で術前 CT 走査画像 31 を取得するために使用される。X 線装置 40 は、膝 10 に対する 1 つ以上の手術道具 20 22 の位置及び方向を見るために、画像例 41 など、1 つ以上の術中二次元（"2D"）蛍光透視画像を取得するために使用される。そして、関節鏡 20 は膝 10 の手術部位を見るために、画像例 23 など、術中関節鏡画像を継続的に取得するために使用される。

40

【0008】

外科医は異なる表示画面上、若しくは同じ表示画面上で画像を見る可能性がある。いずれの場合も、この方法は膝 10、特に膝 10 の手術部位に対する手術道具 20 22 の 1 つ以上の位置及び方向の追跡を容易にする画像間の関連性を確立することができない。

【0009】

第 2 の方法は、外部位置追跡システムの使用によって膝 10 に対する手術道具 20 22 の 1 つ以上の位置及び方向を追跡する問題を解決するナビゲーションベース外科手術で

50

ある。例えば、図3はシステム50の追跡カメラの座標系においてトリミング器具21の位置及び方向を追跡するための光学追跡システム50を図示し、これによって、走査画像31及び蛍光透視画像42の各座標系におけるオーバーレイ例32及び43など、走査画像及び蛍光透視画像(群)におけるオーバーレイとしてトリミング器具21を提示するために、患者レジストレーション手順が実行されなければならない。レジストレーションは、患者の皮膚若しくは骨に取り付けられ、トリミング器具21で触診される、蛍光透視画像42上に見える基準マーカを使用し得る。代替的に、CT走査画像31と蛍光透視画像42を含むマーカなしレジストレーションが実行され得る。

【0010】

図3に示す第2の方法は、膝10及び術前計画に対するトリミング器具21の位置及び方向のリアルタイムフィードバックを外科医に与える。しかしながら、光学追跡システム50若しくは別の外部追跡システム(例えば電磁追跡システム)の使用は患者レジストレーションを介する外科手術の時間を増加し、道具20 22の全てを追跡することができず、外科医に物理的運動制限を加え得る(例えばシステム50とトリミング器具21の間の視線が常に維持されなければならない)。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

本発明は、画像ベースレジストレーションと道具追跡を含む、術前手術計画と術中画像に対する手術道具のリアルタイム追跡を提供する。画像ベースレジストレーションは、術前走査画像(例えば3DC T / M R I画像)、術中蛍光透視画像(例えば2DX線画像)及び術中内視鏡画像(例えば2D関節鏡画像)を含む身体の解剖領域の複数の画像の統合を実施する。道具追跡は術中内視鏡画像を介して1つ以上の手術道具の追跡の術前走査画像及び/又は術中蛍光透視画像内の表現を実施する。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明の1つの形態は、術前走査画像(例えば3DC T / M R I画像)、術中蛍光透視画像(例えば2DX線画像)、及び術中内視鏡画像(例えば2D関節鏡画像)を含む身体の解剖領域の複数の画像を統合するための手術ナビゲーションシステムである。手術ナビゲーションシステムは画像統合器と道具追跡器を含む。作動中、画像統合器は蛍光透視画像行列と内視鏡画像行列の統合(例えば行列乗算)を含む統合画像行列を生成し、蛍光透視画像行列は術中蛍光透視画像と術前走査画像の間の変換を含み、内視鏡画像行列は術前走査画像と術中内視鏡画像の間の変換を含む。そして道具追跡器は蛍光透視追跡行列を生成し、蛍光透視追跡行列は統合画像行列と内視鏡追跡行列の統合(例えば行列乗算)を含み、内視鏡追跡行列は術中内視鏡画像内の手術道具の追跡をあらわす。

【0013】

道具追跡はさらに若しくは代替的に走査追跡行列を生成し、走査追跡行列は内視鏡画像行列と内視鏡追跡行列の統合(例えば行列乗算)を含む。

【0014】

本発明の目的のため、本明細書で使用される"生成する"という語は、コンピュータ処理及びメモリ記憶/検索目的のために利用可能な情報(例えばデータ、テキスト、画像、音声及びビデオ)、特に画像データセット及びビデオフレームを、作成、供給、提供、取得、生成、形成、発展、展開、修正、変換、変更、若しくは他の方法で作成するための、当技術分野で現在若しくは後に知られる任意の技術を包含すると広く定義され、本明細書で使用する"レジストレーション"という語は異なるセットの画像データを1つの座標系へ変換するための当技術分野で現在若しくは後に知られる任意の技術を包含すると広く定義される。

【0015】

加えて、本明細書で使用する"術前"という語は内視鏡応用の前の期間若しくは準備(例えば内視鏡のための経路計画)に起こる若しくは関連する任意の活動をあらわすと広く

10

20

30

40

50

定義され、本明細書で使用される"術中"という語は内視鏡応用（例えば計画経路に従って内視鏡を操作する）の経過中に起こる、実行される、若しくは引き起こされる任意の活動をあらわすと広く定義される。内視鏡応用の例は、限定されないが、関節鏡検査、気管支鏡検査、結腸鏡検査、腹腔鏡検査、脳内視鏡検査、及び内視鏡心臓手術を含む。内視鏡心臓手術の例は、限定されないが、内視鏡冠動脈バイパス、内視鏡僧帽弁及び大動脈弁修復及び置換を含む。

【0016】

ほとんどの場合、術前活動及び術中活動は、明確に個別の期間中に起こる。それにもかかわらず本発明は術前及び術中期間のいかなる程度までの重なりも含む場合を包含する。

【0017】

さらに、"内視鏡"という語は身体の内部から撮像する能力を持つ任意の種類の内視鏡によって取得される画像の特性化として本明細書で広く定義され、"蛍光透視鏡"という語は身体の内部構造のリアルタイム画像を提供する能力を持つ任意の種類の内視鏡によって取得される画像の特性化として本明細書で広く定義される。本発明の目的の内視鏡の例は、限定されないが、柔軟な若しくは硬い、任意の種類のスコープ（例えば内視鏡、関節鏡、気管支鏡、胆道鏡、結腸鏡、膀胱鏡、十二指腸内視鏡、胃カメラ、子宮鏡、腹腔鏡、咽頭鏡、神経内視鏡、耳鏡、ブッシュ小腸鏡、鼻咽頭鏡、S状結腸鏡、副鼻腔鏡、胸腔鏡など）、及び画像システムを備えるスコープと同様の任意の装置（例えばイメージングでの入れ子カニューレ）を含む。イメージングは局所的で、表面画像は光ファイバ、レンズ、若しくは小型（例えばCCDベース）撮像システムで光学的に取得され得る。本発明の目的のための蛍光透視鏡の例は、限定されないが、X線撮像システムを含む。

【0018】

本発明の前述の形態と他の形態、及び本発明の様々な特徴と利点は、添付の図面と併せて読まれる本発明の様々な実施形態の以下の詳細な記載からさらに明らかとなる。詳細な記載と図面は限定ではなく本発明の例示に過ぎず、本発明の範囲は添付の請求項とその均等物によって定義される。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】当技術分野で既知のACL関節鏡視下手術の略図を図示する。

【図2】当技術分野で既知の手術ナビゲーションを伴わないACL関節鏡視下手術例を図示する。

【図3】当技術分野で既知の手術ナビゲーションを伴うACL関節鏡視下手術例を図示する。

【図4】本発明の手術ナビゲーションシステムの実施形態例にかかる、手術ナビゲーションを伴うACL関節鏡視下手術例を図示する。

【図5】本発明にかかる画像統合の実施形態例をあらわすフローチャートを図示する。

【図6】本発明にかかる道具追跡の実施形態例をあらわすフローチャートを図示する。

【図7】本発明にかかる手術ナビゲーション法の実施形態例をあらわすフローチャートを図示する。

【発明を実施するための形態】

【0020】

図4を参照すると、画像ベースレジストレーションと道具追跡を含む術前手術計画及び術中画像に対する手術道具のリアルタイム追跡のための本発明の手術ナビゲーションシステム60が図示される。このために、システム60は画像統合器61、道具追跡器62、及び画像23, 31, 43を示すための表示装置を含む。画像統合器61は、術前走査画像（例えば3DCT/MRI画像）、術中蛍光透視画像（例えば2DX線画像）、及び術中内視鏡画像（例えば2D関節鏡画像）を含む身体の解剖領域の複数の画像の統合を含む画像ベースレジストレーションを実施するために構造的に構成される任意の装置として本明細書で広く定義される。道具追跡器62は、術中内視鏡画像内の手術道具の追跡の表現として術前走査画像及び/又は術中蛍光透視画像内の手術装具のオーバーレイを含む道具

追跡を実施するために構造的に構成される任意の装置として本明細書で広く定義される。表示装置は、例えば画像及び追跡された手術道具の拡張仮想視覚化など、任意の適切な技術の下で画像及び追跡された手術道具を表示するために構造的に構成される任意の装置として本明細書で広く定義される。

【 0 0 2 1 】

図 5 は画像統合器 6 1 によって実行される画像統合法をあらわすフローチャート 7 0 を図示する。図 5 を参照すると、フローチャート 7 0 は蛍光透視経路と内視鏡経路を持ち、両経路は画像統合ステージ S 7 4 へ通じる。蛍光透視経路は術中蛍光透視画像（例えば図 4 の画像 4 1）と術前走査画像（例えば図 4 の画像 3 1）の蛍光透視画像レジストレーションを包含するフローチャート 7 0 のステージ S 7 1 を含む。ステージ S 7 1 の一実施形態において、蛍光透視画像レジストレーションは、基準画像として 3 D 術前走査画像と合わせるために標的画像として 2 D 術中蛍光透視画像の当技術分野で既知の剛体空間変換を含み、それによって蛍光透視画像行列 $T_{X \quad C \quad T}$ ($T_{C \quad T \quad X} = T^{-1}_{X \quad C \quad T}$ 、 $^{-1}$ は当技術分野で既知の行列反転をあらわす) を生成する。代替的に、蛍光透視画像レジストレーションは基準画像として 2 D 術中蛍光透視画像と合わせるために標的画像として 3 D 術前走査画像の当技術分野で既知の剛体空間変換を含み、それによって蛍光透視画像行列 ($T_{C \quad T \quad X}$) を生成する。

10

【 0 0 2 2 】

ステージ S 7 1 は外科手術中に外科医によって決定される必要に応じて、蛍光透視鏡（例えば図 4 の X 線システム 4 0）による新たな画像フレームの各々の生成時に画像統合器 6 0 によって実行される。

20

【 0 0 2 3 】

内視鏡経路はフローチャート 7 0 のステージ S 7 2 とステージ S 7 3 を含む。ステージ S 7 2 は術中内視鏡画像（例えば図 4 の画像 2 3）内の対象の表面再構成を包含する。ステレオ内視鏡（例えば同時に 2 つの画像を取得する 2 つのカメラを持つ関節鏡）のためのステージ S 7 2 の実施形態例において、当技術分野で既知の任意の立体 3 D 再構成法が使用され得る。

【 0 0 2 4 】

単眼内視鏡（例えば画像を取得する単一カメラ関節鏡）のためのステージ S 7 2 の実施形態例において、当技術分野で既知の任意の写真測量再構成法が使用され得る。例えば単眼内視鏡の速度を考えると、オプティカルフローから深度図が引き出され得る。具体的には、オプティカルフローは画像時系列内のあらゆる点若しくは特徴の動きをあらわすベクトル場であり、それによって連続スライスにおいて動いていないオプティカルフロー上の点は消失点 ("F O E") と呼ばれる。内視鏡の光学軸はその動きと合わせられ、従って F O E は内視鏡の動きと合わせられる。深度情報 (Z) は F O E からのあらゆる点若しくは特徴の距離 (D)、あらゆる点におけるオプティカルフローの振幅 (V) 及び内視鏡の速度 (v) が分かることによって $Z = v * D / V$ に従って引き出され得る。内視鏡の X 及び Y 位置は内部カメラパラメータ（例えば焦点など）から計算され得る。

30

【 0 0 2 5 】

当業者によって理解される通り、内視鏡は光学的キューを使用せずに表面再構成目的で回転され、代替的に内視鏡は光学的キューを使用して表面再構成目的で回転される必要がない。

40

【 0 0 2 6 】

ステージ S 7 3 は術前走査画像（例えば図 4 の画像 3 1）と術中内視鏡画像（例えば図 4 の画像 2 3）内の表面再構成の内視鏡画像レジストレーションを包含する。ステージ S 7 3 の一実施形態例において、内視鏡画像レジストレーションは、基準画像として 3 D 術前走査画像と合わせるために標的画像として術中内視鏡画像内の表面再構成の当技術分野で既知の剛体空間変換を含み、それによって内視鏡画像行列 $T_{C \quad T \quad E}$ ($T_{E \quad C \quad T} = T^{-1}_{C \quad T \quad E}$) を生成する。具体的に、術前走査画像に示される骨表面が定義済み固有ハウズフィールド単位（例えば 1 7 5 H U）における画像閾値化を用いてセグメント化さ

50

れ得、反復最近点 (I C P) アルゴリズムが画像を変換するために実行され得る。代替的に、内視鏡画像レジストレーションは基準画像として術中内視鏡画像内の表面再構成と合わせるために標的画像として 3 D 術前走査画像の当技術分野で既知の剛体空間変換を含み、それによって内視鏡画像行列 $T_{E \rightarrow C_T}$ を生成する。

【 0 0 2 7 】

ステージ S 7 3 は外科手術中に継続的に内視鏡装置 (例えば図 4 の関節鏡 4 0) による新たな画像フレームの各々の生成時に画像統合器 6 0 によって実行される。

【 0 0 2 8 】

ステージ S 7 4 はステージ S 7 1 の蛍光透視画像行列 $T_{X \rightarrow C_T}$ とステージ S 7 3 の内視鏡画像行列 $T_{C_T \rightarrow E}$ の画像統合を包含する。ステージ S 7 4 の一実施形態例において、画像統合は蛍光透視画像行列 $T_{X \rightarrow C_T}$ と内視鏡画像行列 $T_{C_T \rightarrow E}$ の当技術分野で既知の行列乗算を含み、それによって統合画像行列 $T_{X \rightarrow E}$ ($T_{E \rightarrow X} = T_{E \rightarrow C_T}^{-1} T_{C_T \rightarrow X}$) をもたらす。

【 0 0 2 9 】

フローチャート 7 0 は外科手術中ループにとどまり、ステージ S 7 1 の最新蛍光透視画像レジストレーションと統合される内視鏡経路 S 7 2 と S 7 3 によってステージ S 7 4 は継続的に更新される。

【 0 0 3 0 】

図 6 は道具追跡器 6 2 (図 4) によって実行される道具追跡法をあらわすフローチャート 8 0 を図示する。図 6 を参照すると、フローチャート 8 0 のステージ S 8 1 は術中内視鏡画像 (例えば図 4 の画像 2 3) 内の手術道具の追跡と、術中内視鏡画像 (E) における手術道具 (T) の位置をあらわす内視鏡追跡行列 $T_{T \rightarrow E}$ の生成を包含する (例えば内視鏡追跡行列 $T_{T \rightarrow E}$ は道具先端を平行移動成分に、道具方向を回転成分に示す変換行列であり得る)。ステージ S 8 1 の一実施形態例において、道具追跡器 6 1 は当技術分野で既知の写真測量追跡法を実行する。具体的には、手術道具は通常、内視鏡画像の背景 (例えば骨) と比較して内視鏡画像内で高コントラストを持つ。従って、3 つの (3) カラーチャネルでの閾値化を用いて画像をセグメント化することによって内視鏡画像内の手術道具の位置を検出することが可能である。代替的に、手術道具の先端は体内でほとんど観察できない個別の色 (例えば緑) で着色され得、これは緑色チャネルによるセグメンテーションを簡略化し得る。いずれの場合も、手術道具が内視鏡画像のセグメンテーションによって検出されると、本明細書で先に記載した深度推定法が内視鏡フレームに対する道具の深度を推定するために使用され得る。

【 0 0 3 1 】

フローチャート 8 0 のステージ S 8 2 は内視鏡追跡行列 $T_{T \rightarrow E}$ ($T_{E \rightarrow T} = T_{E \rightarrow C_T}^{-1} T_{C_T \rightarrow T}$) と統合画像行列 $T_{X \rightarrow E}$ の統合による術中蛍光透視画像内の手術道具の追跡を包含する。ステージ S 8 2 の一実施形態例において、統合は内視鏡追跡行列 $T_{T \rightarrow E}$ と統合画像行列 $T_{X \rightarrow E}$ の逆行列の当技術分野で既知の行列乗算を含み、それによって蛍光透視追跡行列 $T_{T \rightarrow X}$ ($T_{X \rightarrow T} = T_{X \rightarrow E}^{-1} T_{E \rightarrow T}$) をもたらす。

【 0 0 3 2 】

フローチャート 8 0 のステージ S 8 3 は内視鏡追跡行列 $T_{T \rightarrow E}$ と内視鏡画像行列 $T_{C_T \rightarrow E}$ の統合による術前走査画像内の手術道具の追跡を包含する。ステージ S 8 3 の一実施形態例において、統合は内視鏡追跡行列 $T_{T \rightarrow E}$ と内視鏡画像行列 $T_{C_T \rightarrow E}$ の逆行列の当技術分野で既知の行列乗算を含み、それによって走査追跡行列 $T_{T \rightarrow C_T}$ ($T_{C_T \rightarrow T} = T_{C_T \rightarrow E}^{-1} T_{E \rightarrow T}$) をもたらす。

【 0 0 3 3 】

ステージ S 8 2 と S 8 3 の結果は、例えば図 4 に示した術前走査画像 3 1 の追跡オーバーレイ 3 2、及び図 4 に示した術中蛍光透視画像 4 2 の追跡オーバーレイ 4 3 など、術前走査画像と術中蛍光透視画像内の手術道具のリアルタイム追跡の表示である。これは外部撮像システム (ただし 1 つは内視鏡装置を補完するために使用され得る) と患者レジストレーションの必要なしに達成される。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 4 】

図 7 は A C L 関節鏡視下手術の背景でフローチャート 7 0 (図 5) 及びフローチャート 8 0 (図 6) を実施する手術ナビゲーション法をあらわすフローチャート 9 0 を図示する。

【 0 0 3 5 】

具体的に、フローチャート 9 0 のステージ S 9 1 は術前走査画像 (例えば 3 D C T 画像、3 D M R I 画像、3 D X 線画像、3 D 蛍光透視画像など) の取得を包含する。フローチャート 9 0 のステージ S 9 2 は A L C 関節鏡視下手術のための患者の準備を包含する。例えば、患者準備は手術のための膝の腱のグレーティングと膝の固定を含み得る。フローチャート 9 0 のステージ S 9 3 は術中蛍光透視画像 (例えば 2 D X 線画像) の取得とステージ S 7 1 (図 5) の蛍光透視レジストレーションの実行を包含する。

10

【 0 0 3 6 】

フローチャート 9 0 を通る第 1 経路はステージ S 9 5 S 9 8 へ進むステージ S 9 3 を含む。ステージ S 9 5 は膝の中の関節鏡 (例えば図 4 の関節鏡 2 0) の配置を包含する。ステージ S 9 6 は膝の中の追加の手術道具 (例えば図 4 のトリミング器具 2 1 及びかん流器具 2 2) の配置を包含する。ステージ S 9 7 は術中内視鏡画像の取得とステージ S 7 2 (図 5) の表面再構成の実行、ステージ S 7 3 (図 5) の内視鏡レジストレーション、ステージ S 7 4 (図 5) の画像統合を包含する。そしてステージ S 9 8 はフローチャート 8 0 (図 6) にかかる手術道具の追跡を包含する。

【 0 0 3 7 】

決定ステージ S 9 9 S 1 0 1 は (1) 関節鏡が外科医によって動かされているまで (これはステージ S 9 7 へ戻ることを必要とする) 、 (2) 追跡されるべき新たな手術道具が外科医によって膝の中に導入されるまで (これはステージ S 9 6 へ戻ることを必要とする) 、又は (3) 外科医が新たな蛍光透視画像の必要性を決定するまで (これはステージ S 9 3 へ戻ることを必要とする) 、外科手術ステージ S 1 0 2 と道具追跡ステージ S 9 8 の間の連続ループを可能にする。ステージ S 9 3 へ戻ると、関節鏡及び追跡された手術道具がまだ配置されている場合は、決定ステージ S 9 4 を介してステージ S 9 7 へ進む。

20

【 0 0 3 8 】

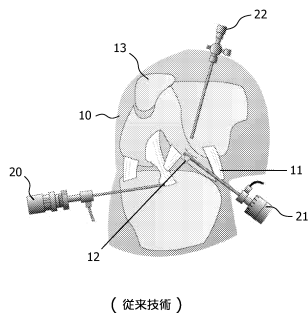
実際には、当業者は他の内視鏡応用のためにフローチャート 9 0 を実施する方法を理解するだろう。

30

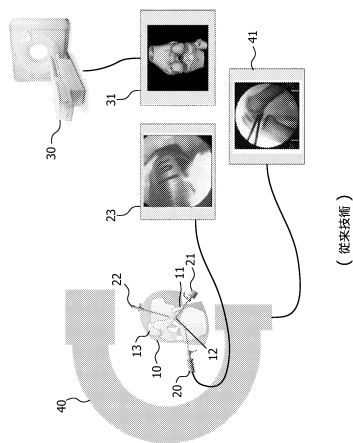
【 0 0 3 9 】

本発明の様々な実施形態が図示され記載されているが、本明細書に記載の方法とシステムは例であって、様々な変更と修正がなされてもよく、本発明の真の範囲から逸脱することなく均等物がその要素と置換されてもよいことが当業者によって理解される。加えて、多くの修正は本発明の教示をその中心範囲から逸脱することなく適合させるようになされてもよい。従って、本発明は本発明を実行するために考えられた最良の形態として開示された特定の実施形態に限定されず、本発明は添付の請求項の範囲内にある全実施形態を含むことが意図される。

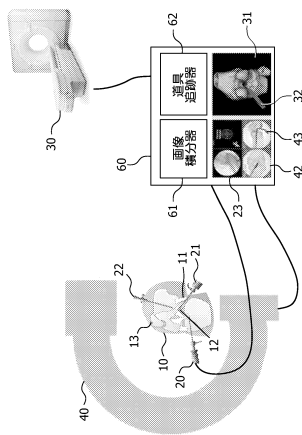
【図 1】



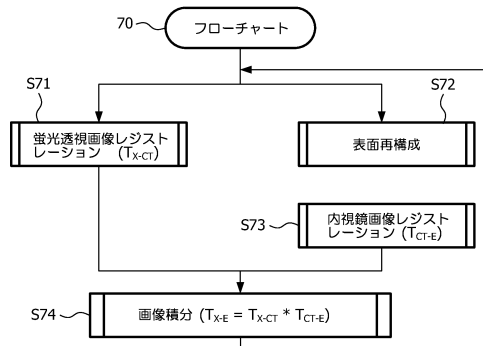
【図 2】



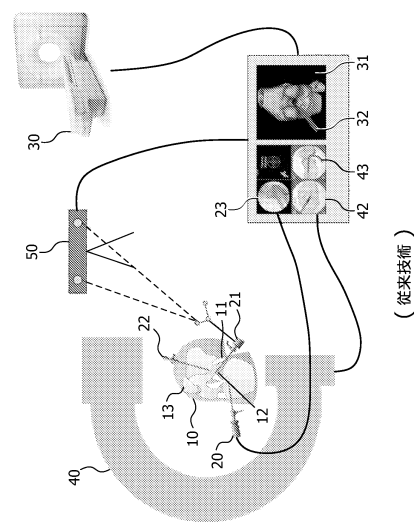
【図 4】



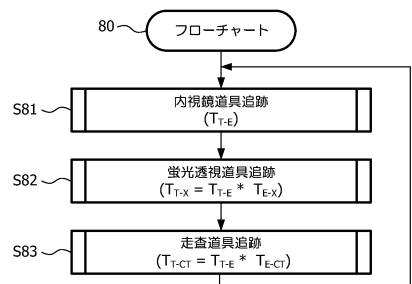
【図 5】



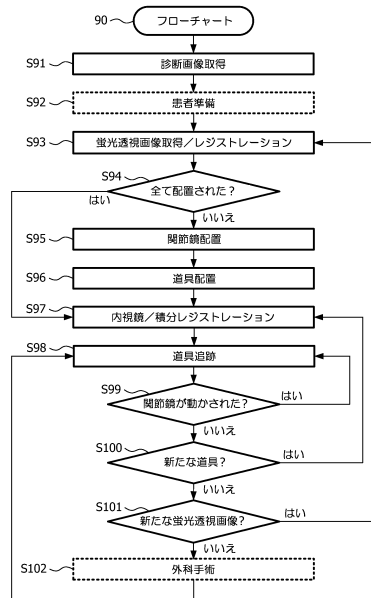
【図 3】



【図 6】



【図 7】



 フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		
A 6 1 B	1/04	(2006.01)	A 6 1 B	5/05 3 9 0
			A 6 1 B	1/04 3 7 0

審査官 伊藤 幸仙

(56)参考文献 国際公開第2009/045827(WO, A2)
 特開平05-285102(JP, A)
 特開2011-067253(JP, A)
 特開平08-131403(JP, A)
 米国特許出願公開第2012/294498(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
 A 6 1 B 5 / 0 0
 A 6 1 B 1 / 0 0 - 1 / 3 2
 A 6 1 B 5 / 0 5 5
 A 6 1 B 6 / 0 0 - 6 / 1 4
 A 6 1 B 1 9 / 0 0

专利名称(译)	基于图像集成的内窥镜手术登记和导航		
公开(公告)号	JP5795599B2	公开(公告)日	2015-10-14
申请号	JP2012548489	申请日	2010-12-06
[标]申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司的Vie		
当前申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦NV哥德堡		
[标]发明人	ポポヴィックアレクサンドラ		
发明人	ポポヴィック アレクサンドラ		
IPC分类号	A61B5/00 A61B19/00 A61B6/00 A61B6/03 A61B5/055 A61B1/04		
CPC分类号	A61B1/0005 A61B1/042 A61B34/20 A61B90/361 A61B2034/105 A61B2034/2065 A61B2090/364 A61B2090/376 G06T7/70		
FI分类号	A61B5/00.G A61B19/00.502 A61B6/00.330.A A61B6/00.370 A61B6/03.377 A61B5/05.390 A61B1/04.370		
优先权	61/294502 2010-01-13 US		
其他公开文献	JP2013517031A5 JP2013517031A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

术前手术计划和术中图像手术工具的实时跟踪包括基于图像的配准和仪器跟踪登记。可以在身体解剖结构上执行基于图像的配准，包括术前扫描图像31（例如，3D CT / MRI图像），术中荧光透视图像42（例如2D X射线图像）和术中内窥镜图像23（例如2D关节镜图像）。执行区域的多个图像的集成。工具跟踪配准实现术中扫描图像31中的表示和/或术中内窥镜图像23中的一个或多个外科手术工具的跟踪的术中荧光透视图像42。

(21) 出願番号	特願2012-548489 (P2012-548489)	(73) 特許権者	590000248
(86) (22) 出願日	平成22年12月6日 (2010. 12. 6)		
(65) 公表番号	特表2013-517031 (P2013-517031A)		コーニンクレッカ フィリップス エヌ ヴェ
(43) 公表日	平成25年5月16日 (2013. 5. 16)		オランダ国 5656 アーユー アイン
(86) 国際出願番号	PCT/182010/055606		ドーフエン ハイテック キャンパス 5
(87) 国際公開番号	W02011/086431	(74) 代理人	100087789
(87) 国際公開日	平成23年7月21日 (2011. 7. 21)		弁理士 津野 達
審査請求日	平成25年11月27日 (2013.11.27)	(74) 代理人	100122769
(31) 優先権主張番号	61/294, 502		弁理士 苗田 秀仙
(32) 優先日	平成22年1月13日 (2010. 1. 13)	(72) 発明者	ポポヴィック アレクサンドラ
(33) 優先権主張国	米国 (US)		アメリカ合衆国 ニューヨーク州 105
			10-8001 プリアクリフ マノアー
			345 スカボロー ロード ビーオー
			ボックス 3001

最終頁に続く